

Коровин К.В.,

кандидат технических наук, доцент

доцент кафедры «Разработка нефтяных и газовых месторождений»

Тюменский индустриальный университет

Россия, г. Тюмень

Лесин В.С.,

студент магистратуры

2 курс, факультет «Разработка нефтяных и газовых месторождений»

Тюменский индустриальный университет

Россия, г. Тюмень

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ РАЗЛИЧНЫМИ АГЕНТАМИ

***Аннотация:** Для эффективной разработки нефтяных месторождений уже при проектировании необходимо выбрать технологию, которая позволит извлечь максимальное количество содержащейся в пласте нефти. Для изучения процессов фильтрации были проведены испытания на моделях пласта с целью выбора наиболее эффективных технологий и агентов вытеснения.*

***Ключевые слова:** эффективная разработка, нефтяные месторождения, изучение процессов фильтрации, вытеснения водой и газом.*

***Summary:** For effective development of petroleum fields already at designing it is necessary to choose the technology which will allow to extract maximum quantity of oil containing in the layer. For studying of processes of filtration tests on the models of the layer for choice of the most effective technologies and the agents of replacement were conducted.*

***Key words:** effective development, oil fields, studying of processes of filtration, replacement by water and gas.*

Коэффициента извлечения определяется, с использованием различных агентов, по формуле:

$$K_{\text{изв}} = \beta \cdot K_{\text{охв}}, (1)$$

где β – коэффициент вытеснения нефти; $K_{\text{охв}}$ – коэффициент охвата .

Вытеснение нефти различными агентами происходит до тех пор, пока из модели пласта при заданных пластовых условиях не прекращался вынос нефти. При этом через модель пласта прокачивалось порядка пяти поровых объемов агента.

Для лабораторных исследований были выбраны агенты, легко получаемые непосредственно на промысле в достаточном объеме или из внешнего источника, который позволит производить закачку газа в масштабах всего месторождения. В качестве агентов вытеснения для исследования воздействия были рассмотрены вода, газ сепарации, азот, двуокись углерода и ШФЛУ (табл. 1).

Таблица 1

Составы агентов вытеснения

Компонентный состав агента, % мол.	Вода	Газ сепарации (модельный газ)	Азот	Двуокись углерода	ШФЛУ
CO ₂	-	0	-	100	-
N ₂	-	0	100	-	-
C ₁	-	73,79	-	-	-
C ₂	-	10,27	-	-	3,515
C ₃	-	8,82	-	-	35,955
iC ₄	-	0	-	-	-
nC ₄	-	5,76	-	-	56,374
iC ₅	-	0	-	-	-
nC ₅	-	1,11	-	-	2,93
nC ₆	-	0,25	-	-	1,226

C ₅₊	-	1,36	-	-	4,156
Всего:	-	100,00	-	-	100,00

Результаты выполненных исследований по закачке различных агентов в модели пласта отражены в табл.2 и на рис. 1.

Таблица 2

Эффективность вытеснения нефти различными агентами в разных режимах

Агент воздействия	Способ вытеснения	<i>K_{выт}</i> , %
Азот	Непрерывный	14
Вода	Непрерывный	32
Двуокись углерода	Непрерывный	59
ШФЛУ	Непрерывный	97
Вода + газ сепарации	Циклическая закачка при $z = 0,1$	39
Вода + газ сепарации	Циклическая закачка при $z = 0,25$	52
Вода + газ сепарации	Одновременная закачка (в равных долях)	24

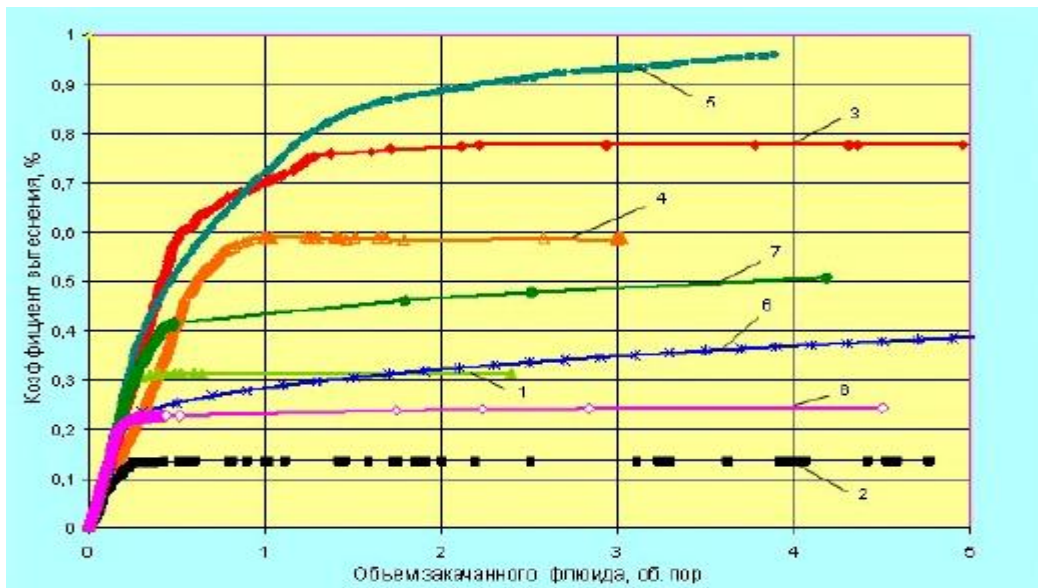


Рис. 1. Зависимость коэффициента вытеснения нефти от закачанного объема для различных вытесняющих агентов (1 – вода; 2 – азот; 3 – газ сепарации; 4 – двуокись углерода; 5 – ШФЛУ) и режимов вытеснения (6 – циклическая закачка, $z = 0,1$; 7 – циклическая закачка, $z = 0,25$; 8 – одновременная закачка воды и газа сепарации)

Как показывают табл. 2 и рис. 1, хуже всего показал себя азот. При закачке этого инертного агента реализуется несмешивающееся вытеснение, эффективность которого составляет всего 14 %.

Более высокую эффективность можно увидеть при закачке двуокиси углерода. Его эффективность составила 59%. Благодаря таким показателям, появляется возможность утилизации CO₂ в нефтесодержащем пласте при одновременном повышении коэффициента извлечения нефти.

Закачка газа сепарации и оторочки ШФЛУ оказались самыми эффективными, по причине того, что при их использовании возникает смешивающееся вытеснение, которое традиционно демонстрирует свою высокую эффективность. При закачке ШФЛУ получается вытеснить практически всю нефть (97 %), содержащуюся в модели пласта.

Одновременная закачка минерализованной воды и газа сепарации показывают коэффициенты вытеснения нефти ($K_{\text{выт}} = 24 \%$) гораздо ниже, чем при закачке только газа сепарации ($K_{\text{выт}} = 78 \%$). Причина этому минерализованная вода, которая закачивается одновременно с газом сепарации, и при этом препятствует установлению режима смешивающегося вытеснения. Поэтому минерализованную воду необходимо использовать в качестве оторочки для продавливания газа сепарации в пласт, что и происходит при реализации циклического вытеснения нефти. Таким образом, даже из технологических соображений целесообразнее проводить на месторождении попеременную закачку воды и газа, чем их одновременную закачку.

Во время циклического воздействия на пласт, коэффициент вытеснения составляет до 52% (довольно высокие показатели), причем увеличить данный показатель можно за счет увеличения коэффициента цикличности.

Все полученные, в результате исследований, результаты позволяют подобрать научно обоснованные рекомендации для повышения коэффициента извлечения нефти из нефтяной оторочки.

При применении методов повышения коэффициента нефтеотдачи рекомендуется:

- не применять азот в качестве вытесняющего агента из-за его низкой эффективности;
- в качестве наиболее эффективных вытесняющих агентов использовать либо газ сепарации, либо оторочку ШФЛУ, при закачке которых в пласт создается режим смешивающегося вытеснения;
- для повышения углеводородоотдачи использовать закачку двуокиси углерода в нефтесодержащий пласт;
- газ и пластовую воду с целью повышения коэффициента извлечения нефти одновременно не закачивать, из-за крайне низкой технологической эффективности;
- производить поочередную закачку пластовой воды и газа сепарации долями 0,15–0,25 порового объема при использовании циклического водогазового воздействия на выбранный участок нефтяной залежи.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Аджиев А.Ю., Пуртов П.А. Подготовка и переработка попутного нефтяного газа в России. – Ч. 1. – Краснодар: ЭДВИ, 2014. 776 с.
2. Кутепова Е.А., Книжников А.Ю., Кочи К.В. Проблемы и перспективы использования попутного нефтяного газа в России: Ежегодный обзор. Вып. 3. – М.: WWF России, 2011. 43 с.
3. Рачевский Б.С. Технологии коммерческой утилизации факельных попутных газов нефтяных месторождений // Мир нефтепродуктов. 2008. № 7. С. 24–31.